



ИСКУСТВА И НОВИНИ ОД СВЕТОТ

ПЕРЦЕПЦИЈАТА НА ПОЧЕТНИТЕ СИГНАЛИ НА АМПЛИТУДА КАЈ КИНЕСКИТЕ ДЕЦА СО ТЕШКОТИИ ПРИ ЧИТАЊЕ И СО СПЕЦИФИЧНИ ЈАЗИЧНИ НАРУШУВАЊА

Чуан-Хан ЧИАНГ
И-Чен ЧЕН
Ксиао-Лан ВАНГ

Институт за специјална едукација, Национален редовен универзитет во Тајван, Тајван

Примено: 13.10.2016
Прифатено: 21.11.2016

Резиме

Оваа студија ги истражуваше основните аудитивни обработки на звучната амплитуда кај кинеските деца со тешкотии при читање и со јазични нарушувања. Петнаесет деца со тешкотии при читање на кинески јазик (ТЧ), петнаесет деца со тешкотии при читање на кинески јазик и со специфични јазични нарушувања (ТЧ-СЈН) и шеснаесет врсници за контрола (К) беа избрани од локалните основни училишта во Тајван. Трите групи беа споредени, особено според фонолошката свесност и според разликувањето на почетокот на аудитивната амплитуда. Нашите прелиминарни резултати потврдија дека контролните групи покажале значително подобри резултати на сите фонолошки и аудитивни мерења во споредба со двете групи деца со ТЧ. При препознавањето на кинеските знаци, децата со ТЧ-СЈН покажале значително полоши резултати од децата со ТЧ. Исто така, дојдовме до заклучок дека кинеските деца со ТЧ-СЈН покажуваат полоши резултати во однос на фонологијата и покажуваат помала сензитивност за почетокот на амплитуда на сложен звук во споредба со кинеските деца со ТЧ.

Адреса за кореспонденција:

Ксиао-Лан ВАНГ

Институт за специјална едукација, Национален редовен универзитет во Тајван,
162, Хепинг ист роуд секш 1, Тајпеј, Тајван
Е-пошта: hlw36@ntnu.edu.tw

WORLD EXPERIENCE AND CURRENT EVENTS

PERCEPTION OF AMPLITUDE ONSET SIGNALS IN CHINESE CHILDREN WITH READING DIFFICULTIES AND SPECIFIC LANGUAGE IMPAIRMENTS

Chun-Han CHIANG
I-Chen CHEN
Hsiao-Lan WANG

Department of Special Education, National Taiwan Normal University, Taiwan

Received: 13.10.2016
Accepted: 21.11.2016
Original article

Abstract

This study explored the fundamental auditory processing of sound amplitude in Chinese children with both reading and language difficulties. Fifteen children with Chinese reading difficulties (RD), fifteen children with Chinese reading difficulties and specific language impairments (RD-SLI), and sixteen age-matched controls (CA) were recruited from local primary schools in Taiwan. The three groups were compared specifically on phonological awareness and auditory amplitude onset discrimination. Our preliminary results confirmed that age-matched controls performed significantly better on all of the phonological and auditory measurements, compared to both groups of children with RD. Children with RD-SLI performed significantly worse than children with RD in Chinese character recognition. Also Chinese children with RD-SLI were found to be poorer in phonological performance and to be more insensitive to complex sound amplitude onset, compared with Chinese children with RD.

Corresponding address:

Hsiao-Lan WANG

Department of Special Education, National Taiwan Normal University,
162, Heping East Road Section 1, Taipei, Taiwan
E-mail: hlw36@ntnu.edu.tw



Заклучивме дека слабата аудитивна дискриминација на почетокот на амплитудата на звукот може да биде од суштинско значење за карактеризирање на кинеските деца со тешкотии при читањето и со јазични нарушувања.

Клучни зборови: тешкотии при читање (ТЧ), специфични јазични нарушувања (СЈН), фонолошка обработка, аудитивна перцепција на амплитуда, препознавање кинески знаци, кинеско-мандарински.

Вовед

Според доминантната теорија за развојна дислексија, тешкотиите при читање (ТЧ) најчесто се предизвикани од нарушената фонолошка застапеност, дефицит на основната свесност за фонологија. Фонолошките дефицити се забележани и кај деца со проблеми во усниот говор, познати како специфично јазично нарушување (СЈН). СЈН е уште едно развојно нарушување што примарно се карактеризира со тешкотии при експресивниот и рецептивниот устен говор и покрај нормалната невербална интелигенција, и нема докази за сетилни или невролошки нарушувања (1). Иако СЈН типично се карактеризира со дефицит во усниот говор, голем процент од децата со СЈН често се соочуваат со проблеми во читањето (2–4). Од друга страна, се чини дека некои деца со ТЧ првично може да имаат нарушен устен говор, но подоцна манифестираат специфично нарушување при читање (5–7). Овој висок степен на коморбидитет беше утврден и во кинеските истражувања. Wong, Kidd, Ho и Au (8) испитувале 30 кинески деца со претходна дијагноза СЈН и сфатиле дека дислексијата и СЈН се во еден континуум и дека кај двете развојни нарушувања може да постојат некои слични дефицити. Тоа може да вклучува сиромашна фонолошка обработка, знаење на вокабуларот и морфолошка свесност (8). Според тоа, истражувањата сугерираат на можност за слична причина поврзана со нивната фонолошка слабост.

Неодамна, студиите посочија дека сиромашната аудитивна чувствителност на прозодијата на говорот (свесноста за ритам,

We concluded that poor auditory discrimination of sound amplitude onset might be fundamental to characterize Chinese children with reading difficulties and language impairments.

Keywords: Reading Difficulties (RD), Specific Language Impairments (SLI), Phonological Processing, Auditory Amplitude Perception, Chinese character recognition, Chinese Mandarin

Introduction

The predominant theory of developmental dyslexia posits that most reading difficulties (RD) are caused by impaired phonological representations, a core deficit in phonological awareness. Phonological deficits have also been observed in children with oral language problems, referred to as specific language impairment (SLI). SLI is another developmental disorder primarily characterized by difficulties in expressive and receptive oral language despite normal non-verbal intelligence and no evidence of sensory or neurological impairments (1). Although SLI is typically hallmarked by oral language deficits, a large percentage of children with SLI often experience problems in reading (2–4). On the other hand, it appears that some children with RD may initially have impaired oral language function but later manifest themselves as a specific reading impairment (5–7). This high co-morbidity has been found also in Chinese research. Wong, Kidd, Ho, & Au (8) studied 30 Chinese children with a prior diagnosis of SLI and found that dyslexia and SLI are on a continuum and the two developmental disorders may share some similar deficits. These may include poor phonological processing, vocabulary knowledge, and morphological awareness (8). Accordingly, research has suggested that there could be a similar underlying cause associated with their phonological weakness.



темпо, тон и акцент на јазикот) може да доведе до манифестација на неточна лексичка застапеност, која на крајот може да доведе до проблеми со читањето или со јазикот (9, 10). Прозодичката свесност се однесува на компоненти на фонолошката свесност во говорниот јазик, претставена преку манипулацијата на лингвистичкото изразување, тонот, ритмот и интонацијата (11). Промениите во прозодијата на говорот нудат вредни аудитивни информации за фонолошките, лексичките и граматичките кодови (12). Во англискиот јазик, зборот прозодија обично се однесува на шемата на истакнатите слогови (13). Во споредба со истакнатите слогови во англиските зборови, кинеските знаци имаат различни физички атрибути. Кинескиот е јазик базиран на тонот. Кинеските знаци се состојат од едносложни зборови поврзани со прозодијата на зборот врз основа на тонска шема. Исто така, спротивно на моделот на нагласување во англискиот јазик, тонската информација во кинескиот јазик е релевантна за лексичките цели (14–16).

Во фонетските студии, акустичните карактеристики на тоновите откриле дека F0, времетраењето и амплитудата можат да содржат фонетска корелација и перцептивни знаци за лексички тон, со фундаментална фреквенција, најчесто најважна. Сепак, постојат докази што ја покажуваат амплитудата и нејзината перцептивна релевантност за перцепција на тон (17). На пример, Chuang, Hiki, Sone и Nimura (18) посочија дека тонот 4 има најголема севкупна амплитуда, додека тонот 3 има најниска. Исто така, самите контури на амплитудата може да се искористат како перцептивни знаци. Користејќи стимулатор на бучава во корелација со сигнали, кој ги отстранува F0 и формантната структура на природниот говор, но ја задржува информацијата за амплитудата, Whalen и Xu (19) покажале дека може да се идентификуваат сите субјекти, освен ознаките на тонот 1, од контурите на амплитудата. Обичните слушатели правилно можат точно да разликуваат 70%-80% од мандаринско-кинеските тонови потпирајќи се само на должината на самогласките и на затворените знаци на амплитудата (19),

Recently, studies have proposed that poor auditory sensitivity of speech prosody (the awareness of the rhythm, tempo, tone and stress of the language) may lead to the manifestation of inaccurate lexical representations, which could ultimately result in reading or language problems (9,10). Prosodic awareness refers to a component of phonological awareness in spoken language represented by the manipulation of linguistic stress, tone, rhythm, and intonation (11). Variations in speech prosody offer valuable auditory information to phonological, lexical and grammatical codes (12). In English, word prosody usually refers to the stress pattern of syllables (13). In comparison to the salient stress of English words, Chinese characters present different physical attributes. Chinese is a tonal based language. Chinese characters consist of monosyllables affiliated with word prosody by virtue of the tonal pattern. Also, contrary to the stress pattern in English, tonal information in Chinese is relevant for lexical purposes (14–16).

In phonetic studies, acoustic characteristics of tones have found that F0, duration, and amplitude may all constitute phonetic correlates and perceptual cues for lexical tone, with fundamental frequency typically being the most important. There is some evidence, however, showing amplitude and its perceptual relevance in tone perception (17). For example, Chuang, Hiki, Sone, and Nimura (18) indicated that Tone 4 has the highest overall amplitude while Tone 3 has the lowest. Also, amplitude contours alone can be utilized as perceptual cues. Using signal-correlated noise stimuli, which removes F0 and formant structure of natural speech but retains amplitude information, Whalen and Xu (19) showed that subjects were able to identify all but Tone 1 tokens from the amplitude contours alone. Normal listeners can correctly distinguish 70%-80% of Mandarin Chinese tones by simply relying on vowel duration and amplitude



особено во мирна состојба. Кога се сочувани само знаците на брановидна затворена амплитуда, препознавањето на тонот дури и придонесува за препознавање на кинески збор и реченица (11%) (20). Kuo, Rosen и Faulkner (21) покажаа дека во отсуство на експлицитно фундаментална фреквенција, комбинацијата на привремено кодирање на F0 и затворената амплитуда можат да дадат значителни придонеси во препознавањето на тонот. Беше потврдено дека мандаринскиот тон во контурата на амплитудата е во корелација со контурата F0 и може да придонесе пред сè за дискриминација на тон 3 и тон 4 (19,20). Затоа пак, чувството за перцепција на знаците на модулација на амплитудата може да се поврзе со развојот на препознавањето на лексичкиот тон кај деца со тешкотии при читањето (22), како и кај лица со кохлеарни импланти (23). Акумулираните докази сугерираат дека основната аудитивна чувствителност може да влијае на обработката на фонолошката застапеност кај децата (24–26): за некого може да е зачудувачки што аудитивната обработка релевантна за прозодијата на говорот на мајчин јазик може да предизвика дефицит на фонолошка обработка кај децата со тешкотии во читањето или со јазични нарушувања (27). На пример, студии за развојот на дислексијата на англиски јазик ја покажуваат тесната врска помеѓу аудитивната дискриминација на почетокот на амплитудата, фонолошката свесност и читањето кај децата (24, 26, 28–30). Wang и др. (22), исто така сугерирале дека индивидуалните разлики во чувството за знаците на амплитудата на звукот можат значително да ја предвидат уникатната варијанса во познавањето на кинескиот јазик. Со оглед на тоа што кај доста голем број деца со пречки во читањето може да се јават проблеми со функцијата на јазикот, студиите сугерираат дека дислексијата и СЈН може да имаат слични сензорни дефицити (2, 5, 8, 31). Затоа ние се сомневаме дека значителната аудитивна нечувствителност на почетната амплитуда на звукот може да биде причина за манифестација на тешкотии во читањето и јазични нарушувања кај кинеските деца.

envelope cues (19), especially in the quiet condition. When only amplitude waveform envelope cues were preserved, tone recognition even contributed to Chinese word and sentence recognition (11%) (20). Kuo, Rosen, and Faulkner (21) demonstrated that in the absence of explicit fundamental frequency, the combination of temporal coding of F0 and amplitude envelope could show substantial contributions to tone recognition. The Mandarin tone in amplitude contour was confirmed to correlate with the F0 contour and contributed primarily to Tone 3 and Tone 4 discrimination (19,20). It is therefore that the perceptual sensitivity to amplitude-modulation cues might be related to the development of lexical tone recognition in children with reading disabilities (22) and also individuals with cochlear implants (23).

Since accumulated evidence has suggested the underlying auditory sensitivity may influence the processing of phonological representations in children (24–26), some may wonder that auditory processing relevant to speech prosody of his/her native language may cause phonological processing deficits in children with reading difficulties or specific language impairments (27). For example, studies of developmental dyslexia in English indicated a close relationship between auditory discrimination of amplitude envelope onset, phonological awareness, and reading in children (24, 26, 28–30). Wang et al. (22), also suggested that individual differences in sensitivity to the sound amplitude cues could significantly predict unique variance in Chinese language attainment. Given that quite a number of children with reading difficulties may experience problems with language function, studies suggested that dyslexia and SLI may have similar sensory deficits (2, 5, 8, 31). We therefore suspect a significant auditory insensitivity of sound amplitude onset may underlie the manifestation of reading and language impairments in Chinese children too.



Оваа студија имаше за цел да испита дали постојат дефицити на аудитивна перцепција кај кинеските деца со тешкотии во читањето и со јазични нарушувања (ТЧ - СЈН). Во студијата ќе се споредат 9 – 12-годишни кинески деца со ТЧ и СЈН усогласени во однос на хронолошката возраст, деца со типичен развој и деца со само ТЧ. Претпоставуваме дека слабите читателите со и без СЈН ќе бидат значително послаби кај задачите за дискриминација на почетокот на амплитудата во споредба со читателите со типичен развој. Освен тоа, децата со ТЧ-СЈН може да покажат шема на многу тешки дефицити при задачите за аудитивна дискриминација во споредба со децата само со ТЧ. Резултатите може да ја посочат важноста на знаците на амплитудата на звукот за јазикот и на развојот на читањето, особено во контекст на кинеско-мандаринскиот.

Методологија

Учесници

Ние го спроведовме ова прелиминарно истражување со четириесет и шест учесника, деца на возраст помеѓу 9 и 11 години во неколку основни училишта на Тајпеј, Тајван, вклучувајќи 15 деца со тешкотии во читањето (ТЧ-група) и 15 деца со комбинирани ТЧ и специфични јазични нарушувања (ТЧ-СЈН група). Тие покажаа суфициентен неуспех при читањето и заостануваа две години зад типичните читатели при стандардна евалуација од страна на училишните психолози и дефектолози (32). За децата во групата ТЧ-СЈН, тие имаа дополнителна изјава за СЈН од нивните локални образовни институции и логопеди. Тие беа вклучени во истражувањето бидејќи постигнаа резултат под 1,5 СД на две или повеќе стандардни процени на рецептивниот и експресивниот говор. Шеснаесет доброволно пријавени деца на иста возраст (К-група) од локалните училишта учествуваа во истражувањето како контролна група. Никој од нив немаше други невролошки или психијатриски нарушувања. Добиена е писмена согласност од сите родители и

The present study was designed to investigate whether there are auditory perception deficits in Chinese children with reading and language difficulties (RD-SLI). The study will compare nine- to twelve-years-old Chinese children with RD and SLI relative to chronological age matched, typically developing children and children with RD-only. We hypothesized that poor readers with and without SLI would be significantly worse on sound amplitude onset discrimination tasks, compared to typically developing readers. Further, children with RD-SLI might show profound pattern of deficits on the auditory discrimination tasks, compared with children with RD-only. The results may imply the importance of sound amplitude cues to language and to reading development, particularly in the context of Chinese Mandarin.

Methods

Participants

We have conducted this preliminary study with forty-six participants from 9- to 11-year-old children in several primary schools of Taipei City, Taiwan, including 15 children with reading difficulties (RD group) and 15 children with combined RD and specific language impairments (RD-SLI group). They have demonstrated sufficient reading failure and been behind the normal readers for two years with the standard evaluation by school psychologists and special education teachers (32). For children in the RD-SLI group, they had an additional statement of SLI from their local education authority and speech-language therapists. They were included in the study because they scored below 1.5 SDs on two or more standard assessments of receptive and expressive language. Sixteen voluntary age-matched children (CA group) from local schools participated in the study as controls. None of them had any other neurological or psychiatric disorder. The written consent forms were

деца за да се осигураме дека ја разбираат процедурата на истражувањето. Ова истражување беше одобрено од Етичкиот комитетот за истражување при Националниот универзитет во Тајван (NTU-REC бр. 201306EM020).

Нивото на читање на децата беше испитано по пат на тест за препознавање на кинеските знаци, а нивните фонолошки вештини за декодирање беа измерени со нашата самостојно дизајнирана бесмислена задача за читање слогови. Деталите за овие мерки беа опишани на следниов начин: коефициентот на интелигенција кај децата (IQ) и развојот на речникот беа оценети со користење на скратената Векслерова скала за интелигенција кај деца (WISC) и Peabody-тестот со слики за вокабулар -кинеска верзија (33).

Карактеристиките на учесниците се дадени во табела 1. Еднонасочна АНОВА покажува дека постои значителна групна разлика при препознавање на кинеските знаци, $F(2, 43) = 10,258$, $p < 0.001$. Последователното споредување на препознавањето на кинеските знаци покажува дека децата со ТЧ и ТЧ-СЈН дале значително послаби резултати отколку К-децата. И децата со ТЧ и децата со ТЧ-СЈН имале слични значителни тешкотии во препознавањето на кинеските знаци.

Мерки

Скратена Векслерова скала за интелигенција

За да ја процениме интелигенцијата, ние ја користевме Векслеровата скала за интелигенција за деца, трето кинеско издание (34), скратена во четири поттестови: речник, сличност, дизајн на блокови и уредување слика. Во оваа студија, проценката на IQ на секое дете од Тајван е пресметана по следна формула (35):

$$IQ = 44,6 + (1,49 \times \text{речник}) + (1,46 \times \text{сличност}) + (1,48 \times \text{изведба на блок}) + (1,15 \times \text{уредување слика})$$

Препознавање на кинеските знаци

Во оваа мерка за препознавање на знаците, осмислена од страна на Huang (36), од децата се бараше да читаат наглас серија од

obtained from all the parents and children to ensure their understanding about the procedure of this study. This study was approved by the Research Ethics Committee at National Taiwan University (NTU-REC No.: 201306EM020).

Children's reading level was examined by the Chinese Character Recognition Test and their phonological decoding skill was measured by ourself-designed nonsense syllable reading task. The details of these measures were described as following. Children's intelligence quotient (IQ) and vocabulary development were assessed using the Abbreviated Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC), and the Peabody Picture Vocabulary Test-Chinese version (33).

Participants' characteristics are listed in Table 1. The one way ANOVAs show that there was a significant group difference in Chinese character recognition, $F(2, 43) = 10.258$, $p < 0.001$. The post hoc comparisons for Chinese Character Recognition showed that RD and RD-SLI children performed significantly more poorly than CA children. Both RD children and RD-SLI children had similar significant difficulties in Chinese character recognition.

Measures

Abbreviated Wechsler Intelligence Scale

To estimate IQ, we used the Wechsler Intelligence Scale for Children, Third Chinese Edition (34) abbreviated it in four subtests: Vocabulary, Similarity, Block Design and Picture Arrangement. In this study, IQ estimate for each Taiwanese child was produced by the following formula (35):

$$IQ = 44.6 + (1.49 \times \text{Vocabulary}) + (1.46 \times \text{Similarity}) + (1.48 \times \text{Block Design}) + (1.15 \times \text{Picture Arrangement})$$

Chinese Character Recognition

In this character recognition measure devised by Huang (36), children were asked to read a series of 200 words aloud that got



200 збора, чија фреквенција прогресивно се намалуваше во печатената верзија. Сите знаци се ирелевантни во поглед на типичната ортографска усогласеност (вистински знаци). Беше објавена точноста на одговорите на децата. Кронбаховата α на овој тест изнесуваше 0,99 (36).

Фонолошка свесност

Тест за свесноста за тон. Имаше четири практични проби и дваесет и четири пробни тестирања. Секој тест содржеше четири различни слога (на пример, /xau1/, /pei1/, /p^ha3/, /liŋ1/). Помеѓу 24 испитувања, десет од нив содржеа бесмислени слогови. Децата требаше да го изберат слогот со чуден тон што го слушнаа од администраторот (на пример, /p^ha3/). Добиваа по еден поен ако одговорот точно. Коефициентот на внатрешна конзистентност на овој тест беше 0,63 (Кронбахова α).

Тест за свесноста за почеток и рима. Слично како кај тестот за свесноста за тон, од децата се бараше да изберат чуден слог којшто имаше различен почетен или краен звук за разлика од другите три слога. На пример, /rən4/ е одговор на ставката /ni4/, /rən4/, /nau4/, бидејќи тоа претставува различен почетен звук. Имаше четири практични проби и триесет пробни тестирања. Во рамките на пробните тестирања, половина од пробите беа иницијални тестови за чудни сегменти, а останатите беа финални. Меѓу 30 пробни тестирања, во десет од нив се користеа бесмислени слогови. Кронбаховата α на овој тест проценета во внатрешна конзистентност изнесуваше 0,69.

Аудитивна перцепција на амплитуда

Аудитивните стимули се чисти тонови презентирани бинаурално преку слушалки на 75 dB SPL. Чувствителноста на слушалките и лаптопот се калибрирани за да се обезбеди дека квалитетот на звукот и волуменот се конзистентни во сите објекти. Тестовите се демонстрирани преку компјутеризирани програми со цртани филмови за деца, кои биле адаптирани од страна на Wang и др (22). Функцијата на аудитивна проценка на прагот користи адаптивна постапка на ска-

progressively lower in printed word frequency. All characters are irrelevant in meaning with typical orthographic correspondences (real characters). The accuracy of children's response was reported. The Cronbach's α of this test was 0.99 (36).

Phonological Awareness

Tone awareness test. There were four practice trials and twenty-four testing trials. Each trial contained four different syllables (e.g. /xau1/, /pei1/, / p^ha3/, /liŋ1/). Among the 24 testing trials, ten of them were nonsense syllables. Children were required to select the syllable with the odd tone they heard from the administrator (e.g./ p^ha3/). One point was given if they answered correctly. The coefficient of internal consistency of this test was 0.63 (Cronbach's α).

Onset and rime awareness test. Similar to the tone awareness test, children were required to choose the odd syllable which had a distinct initial or final sound from the other three syllables. For example, /rən4/ is the answer in the item /ni4/, /rən4/, /nau4/ because it presents a different initial sound. There were four practice trials and thirty testing trials. Within the testing trials, half of the trials were initial oddity tests and the rest were final ones. Among the 30 testing trials, ten of them used nonsense syllables. The Cronbach's α of this test estimated in internal consistency was 0.69.

Auditory Amplitude Perception

The auditory stimuli were pure tones presented binaurally via headphones at 75 dB SPL. Earphone sensitivity and the laptop were calibrated to ensure the sound quality and volume were consistent across all facilities. The tests were demonstrated by a computerized child-friendly cartoon programs, which was adapted from Wang et al (22). The auditory threshold estimation function used an adaptive



лила (37) со комбинирана постапка 2 надолу, 1 нагоре и 3 надолу, 1 нагоре. Прагот на одговорите на децата беше пресметан автоматски со помош на лаптоп. Ако прагот не се постигне, експерименталната задача завршува со 40 обиди, во случај децата да го загубат вниманието. Оттука вредноста на прагот од 40 беше максималната можна вредност. Податоците биле вклопени со пробит-функција за да се достигне максималната проценка на веројатноста на децата со аудитивна чувствителност. Ова ни овозможи да го процениме прагот што ја одразува аудитивната чувствителност на поединецот со околу 79% точност (37). Двата експериментални дизајна беа вметнати во студијата (на пример, AXB и 2IFC дискриминација).

Задача за почетокот на амплитуда со една рампа. За секој обид беа презентирани три чисти тона и кореспондираа со три слики од цртани филмови. Од децата беше побарано да го откријат цртаниот филм што произвел звук различен од стандардните презентирани цртани филмови (AXB-парадигма). Стандардниот звук во оваа задача беше тон на 500 Hz и имаше почеток од 15 ms. Линеарниот пад на почетокот на амплитудата беше логаритамски променет од 15 на 300 ms. Сите 40 аудитивни стимули содржеа фиксно севкупно времетраење од 800 ms и линеарно време на пад од 50 ms.

Задача за почетокот на амплитуда со две рампи. Во оваа задача, децата слушаа еден пар звуци презентирани од страна на две слики од цртан филм (2IFC парадигма). Од децата беше побарано да го одберат звукот со релативно поостар почеток (варијанта 15 - 300 ms време на раст), во споредба со стандардот (стандард 300 ms). Стимулите се базираа на 3570 MS долг синусоидален носач од 500 Hz. Секоја варијанта на стимул е амплитудно модулирана на длабочина од 50% и содржи 2,5 циклуси на модулација. Четириесет стимули со различни почетоци на амплитуди (15 -300 ms), се создадени во рамките на секој циклус на модулација. Почетоците на амплитудата се менуваа по логаритамска скала. Времето на падот на звукот беше одржувано константно на 350 ms.

staircase procedure (37) with a combined 2-down 1-up and 3-down 1-up procedure and the threshold of children's responses was calculated automatically by the laptop. If the threshold was not reached, the experimental task ended with 40 trials, in case children lost the attention. Hence the threshold value of 40 was the maximum possible value. Data were fit with a probit function to capture the maximum likelihood estimation of children auditory sensitivity. This allowed us to estimate the threshold that reflects an individual's auditory sensitivity at about 79% correct percentage (37). Two experimental designs were adopted in the study (e.g., AXB and 2IFC discriminations).

One-ramp amplitude onset task. For each trial, three pure tones were presented and corresponded with three cartoon pictures. Children were asked to detect the cartoon which produced a distinct sound from the standard one presented by the middle cartoon (AXB paradigm). The standard sound in this task was a tone at 500 Hz and had a 15ms onset. The linear amplitude onset slope then changed from 15 to 300 ms logarithmically. All 40 auditory stimuli contained a fixed overall duration of 800 ms and a 50 ms linear fall time. Two-ramp amplitude onset task. In this task, children heard a pair of sounds presented by two cartoon pictures (2IFC paradigm). The children were required to choose the sound with a relatively sharper onset (variant 15-300 ms rise time) compared to the standard (standard 300 ms). The stimuli were based on a 3570 ms long sinusoidal 500 Hz carrier. Each variant stimulus was amplitude modulated at 50 % depth and contained 2.5 modulation cycles. Forty stimuli with different amplitude onsets (15-300 ms) within each modulation cycle were created. The amplitude onsets changed in a logarithmic scale. Sound fall time was kept constant at 350 ms.



Табела 1. Дескриптивна статистичка анализа на возраст, IQ, PPVT и распознавање на кинеските знаци

Table 1. Descriptive statistics analyses for age, IQ, PPVT, and Chinese characters recognition

| Мерка / Measure | К / CA (n=16) | | | ТЧ / RD (n=15) | | | ТЧ-СЈН / RD-SLI (n=15) | | | p |
|--|-----------------------------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|----------------------------|------|--------|--------------------|
| | M(SD) | Min | Max | M(SD) | Min | Max | M(SD) | Min | Max | |
| Возраст (месец) / Age (month) | 112.56 (4.44) | 106.00 | 120.00 | 112.93 (4.99) | 106.00 | 123.00 | 111.20 (10.52) | 99.0 | 133.00 | 0.788 ¹ |
| IQ | 102.85 (6.63) | 88.62 | 112.20 | 102.41 (6.45) | 90.95 | 113. | 97.02 (13.22) | 85.0 | 131.00 | 0.178 ¹ |
| Распознавање на кинеските знаци / Chine -Recog | 78.31 ^{bc} (20.53) | 52.00 | 125.00 | 52.67 ^a (23.94) | 12.00 | 92.00 | 39.00 ^a (28.86) | 0.00 | 99.00 | 0.000 |

Забелешка: ^a = значително се разликува од К; ^b = значително се разликува од ТЧ; ^c = значително се разликува од ТЧ-СЈН; ¹ Методот Brown-Forsythe бил употребен за да се модификуваат вредностите за нееднаквата варијанса. Препозн. кинески знаци - претставува мерење на препознавањето на кинески знаци.
 Note. ^a = significantly different than CA. ^b = significantly different than RD. ^c = significantly different than RD-SLI. ¹ Brown-Forsythe method was used to modify the values for unequal variance. Chine-Recog means the measurement of Chinese character recognition.

Резултати

За проверка на претпоставката за нормалност, првиот чекор е проверка на податоците за 46 учесника од групите преку користење на дијаграм, како и со помош на мерките на коефициент на ексцес и коефициент на асиметрија. Беа идентификувани неколку отстапувања, вклучувајќи 2 К во свеста за тон и 1 ТЧ-СЈН во почетокот на амплитудата со две рампи. Беа извршени еднонасочни меѓупредметни анализи на варијансата (ANOVAs) со Шефевовиот метод за повеќекратна споредба помеѓу трите групи (ТЧ, ТЧ-СЈН и К). Методот Гејмс-Хауел беше прифатен за пост хок споредба кога варијансите беа хетерогени. Алфа - нивото за сите тестови беше 0,05. Со цел да се постават дефицитите на обработка на групно ниво за фонолошки и аудитивни задачи, претставивме скатер дијаграм за пресметување на дефицитите на обработка на групно ниво пресметани според Ramus, Pidgeon, & Frith, (38) и Corriveau, Pasquini и Doswami (39). Детските нивоа на перформанси кои се под 5-тиот перцентил на типичната развојна група се сметаат како аудитивни или фонолошки дефицити на обработка (види слика 1 и 2).

Споредбената група за фонолошка свест

Средниот резултат на вредноста и стандардната девијација за сите фонолошки задачи беа илустрирани во табела 2. Една-

Results

For checking the assumption of normality, the first step was screening data for 46 participants by groups using box plot, as well as measures of kurtosis and skewness. Several outliers were identified, including 2 CA in tone awareness and 1 RD-SLI in two-ramp amplitude onset. One-way between-subjects analyses of variance (ANOVAs) with Scheffé method were conducted for a multiple comparison across the three groups (RD, RD-SLI, and CA). Games-Howell method was adopted for post hoc comparison when the variances were heterogeneous. Alpha level for all tests was 0.05. To establish the group-level processing deficits for the phonological and auditory tasks, we presented scatter plots for calculating the group-level processing deficits computed following by Ramus, Pidgeon, & Frith (38), and Corriveau, Pasquini, & Doswami (39). Children's performance levels falling below the 5th percentile of typically developmental group were assumed as auditory or phonological processing deficits (see Figure 1 & 2).

Group comparison for phonological awareness

The mean score and the standard deviation for all phonological tasks were illustrated in Table 2. One-way ANOVAs were applied to examine

сочната АНОВА беше применета за да се испитаат разликите помеѓу групите, односно во свеста за тон, за почеток и за рима во нашиот примерок. Значајни разлики беа пронајдени во задачата за свеста за тон.

Во поглед на свесноста за тон, ние откривме групни разлики меѓу ТЧ, ТЧ-СЈН и К-групата, $F(2, 32,76) = 11,82$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,357$. Енергијата ($1 - \beta$) која го инкорпорира значењето на 0,05 беше 0,993 на високо ниво. Групата ТЧ и групата ТЧ-СЈН дадоа значително послаби резултати од К-групата, но не постои значајна разлика помеѓу групите ТЧ и ТЧ-СЈН; но, точноста на задачата беше навистина пониска во групата ТЧ-СЈН. Како што се гледа од скатер дијаграмот во слика 1а, сите деца со ТЧ-СЈН (100%) и дел од децата со ТЧ (66,67%) се под 50-тиот перцентил за контрола на перформансите во задачата за свеста за тон; покрај тоа, сите (100%) деца со ТЧ-СЈН и 9 од 15 (60%) деца со ТЧ беа под 5-тиот перцентил од контролната К-група.

Униваријантната анализа открива дека ниту во однос на свеста за почеток ($p = 0,089$, $\eta^2 = 0,106$), ниту пак во однос на свеста за рима ($p = 0,328$, $\eta^2 = 0,050$) не се пронајдени значајни разлики помеѓу групите. Анализата на енергијата беше 0,511 за тестовите за почеток / рима со значајност на 0,05. Дистрибуцијата на перформансите на децата во експериментална мерка е прикажана на сликите 1б и 1в. Во задачата за свеста за почеток (слика 1б), девет од петнаесет ТЧ-СЈН деца (60%) и седум од петнаесет ТЧ деца (53,33%) беа под 5-тиот перцентил на групата К; згора на тоа, 86,67% ТЧ-СЈН и 66,67% ТЧ децата беа под 50-тиот перцентил. Како дистрибуција на свеста за рима на слика 1в, 46,67% ТЧ-СЈН децата беа под 5-тиот перцентил од контролната група и 66,67% деца беа под 50-тиот перцентил. Покрај тоа, 53,33% односно 80% деца од групата ТЧ-СЈН беа под 5-тиот, односно 50-тиот перцентил на учесниците од контролната група К.

Општо земено, групата ТЧ и групата ТЧ-СЈН дадоа значително послаби резултати од групата К во сите мерки за фонолошка свест; приближно 50% од ТЧ-децата и ТЧ-СЈН-децата беа во нивните перформанси за фонолошка свест под 5-тиот перцентил од

the group differences respectively in tone awareness and onset-rime awareness in our sample. Significant differences were found in the tone awareness task.

For tone awareness, we found group differences among RD, RD-SLI, and CA groups, $F(2, 32,76) = 11,82$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,357$. The power ($1 - \beta$) incorporating significance of 0.05 was 0.993 in the high level. The RD group and RD-SLI group performed significantly poorer than CA group, but there was no significant difference between RD group and RD-SLI group; however, the task accuracy was indeed lower in the RD-SLI group. As the scatter plot reported in Figure 1a, all of the children with RD-SLI (100%) and part of children with RD (66.67%) were below the 50th percentile of control performance in the tone awareness task; in addition, all (100%) children with RD-SLI and 9 of 15 (60%) children with RD fell below the 5th percentile of the CA control.

Univariate analyses revealed that neither onset awareness ($p = 0,089$, $\eta^2 = 0,106$) nor rime awareness ($p = 0,328$, $\eta^2 = 0,050$) were not found significant group differences. The power analysis was 0.511 for onset/rime tests with significance of 0.05. The distribution of children's performance in the experimental measure was displayed in Figure 1b and 1c. In the onset awareness task (Fig. 1b), nine of fifteen RD-SLI children (60%) and seven of fifteen RD children (53.33%) fell below the 5th percentile of the CA group; moreover, 86.67% RD-SLI children and 66.67% RD children fell below the 50th percentile. As the distribution of rime awareness in Figure 1c, 46.67% RD-SLI children fell below the 5th percentile of control group and 66.67% children fell below the 50th percentile. Additionally, 53.33% and 80% children in RD-SLI group respectively fell below the 5th and 50th percentile of CA control participants.

Overall, RD group and RD-SLI group significantly performed lower than CA group in all phonological awareness measures; approximate 50% of RD children and RD-SLI children fell below the 5th percentile of CA control group in their phonological awareness



контролната група К. Очигледно, децата со ТЧ и децата со ТЧ-СЈН имаа тешкотии во обработката на фонолошките знаци. Исто така, се чинеше дека децата со ТЧ-СЈН покажаа повеќе тешкотии во фонолошката свест отколку децата со ТЧ.

performance. Apparently, RD children and RD-SLI children had difficulties in processing phonological cues. Furthermore, it seemed that RD-SLI children showed more difficulties than RD children in phonological awareness.

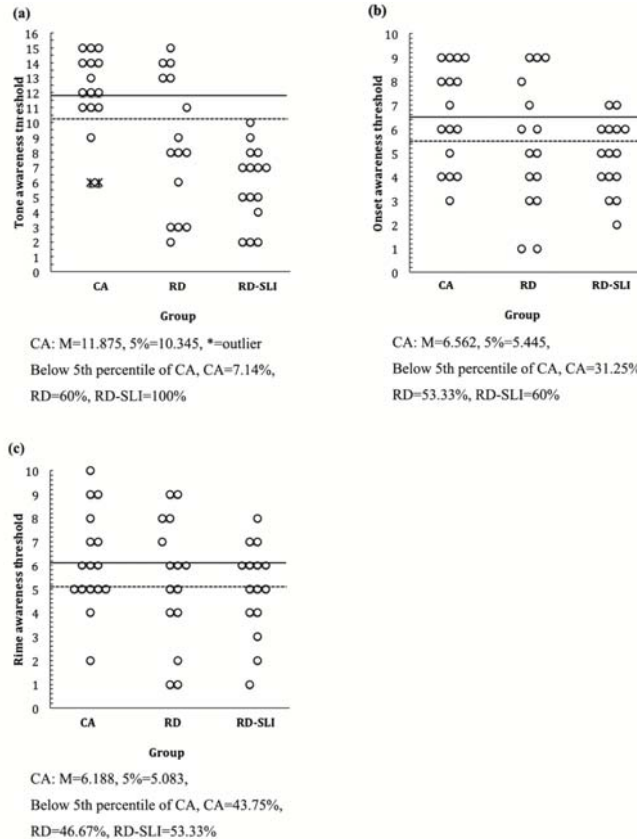
Табела 2. Просечни перформанси и стандардна девијација на вештините за фонолошка обработка

Table 2. Mean performances and standard deviations on the phonological processing skills

| Мерка / Measure | К / CA (n=16) | | | ТЧ / RD (n=15) | | | ТЧ-СЈН / RD-SLI (n=15) | | | F |
|---------------------------------------|-------------------------------|------|-------|-----------------------------|------|-------|-----------------------------|------|-------|--|
| | M(SD) | Min | Max | M(SD) | Min | Max | M(SD) | Min | Max | |
| Свесност за тон / Tone awareness | 12.71 ^{bc} (2.87) | 6.00 | 15.00 | 8.67 ^a (4.55) | 2.00 | 15.00 | 5.87 ^a (2.56) | 2.00 | 10.00 | F(2, 27.43) ¹ =16.857 ^{***} |
| Свесност за почеток / Onset awareness | 6.56 (2.10) | 3.00 | 9.00 | 5.33 (2.72) | 1.00 | 9.00 | 4.87 (1.51) | 2.00 | 7.00 | F(2, 43) =2.562 |
| Свесност за рима / Rime awareness | 6.19 (2.07) | 2.00 | 10.00 | 5.40 (2.64) | 1.00 | 9.00 | 5.00 (1.93) | 1.00 | 8.00 | F(2, 43) =1.143 |

Забелешка: ^a = значително се разликува од К; ^b = значително се разликува од ПЧ; ^c = значително се разликува од ПЧ-СЈН; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$; ¹ значи дека методот Brown-Forsythe бил употребен за да се нагодат вредностите за нееднаквата варијанца.

Note. ^a = significantly different than CA. ^b = significantly different than RD. ^c = significantly different than RD-SLI. * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$. ¹ means that Brown-Forsythe method was used to adjust the values for unequal variance.



Слика 1. Шемата што ја покажува дистрибуцијата во споредба со контролната група за (а) свесноста за тон, (б) свесноста за почеток, (в) свесноста за рима

Figure 1. Scatter plots showing the distribution as compared to CA controls for the (a) tone awareness, (b) onset awareness, (c) rime awareness

Споредбената група за аудитивната перцепција на амплитудна модулација

Во табела 3 е прикажана вредноста на психоакустичните мерки и резултатот на споредбената група. Како и во скатер дијаграмот од слика 2, овој критериум за нивото на перформансите на децата паѓа под 5-тиот перцентил од К-групата и е утврден како дефицити за обработка (38,39).

Постојат значителни разлики помеѓу групите во почетокот амплитуда со една рампа, $F(2, 43) = 3,480$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0,127$. Анализата на енергијата во овој тест беше 0,601 со значење на 0,05. Сепак, пост хок спроведените Шефеови тестови не покажуваат значителна разлика помеѓу трите групи. Од друга страна, дистрибуцијата на сл. 2а ги покажува децата со ТЧ и децата со ТЧ-СЈН во споредба со групата К за контрола на почетокот на амплитудата со една рампа; девет деца со ТЧ (60%) и осум деца со ТЧ-СЈН (53,33%) беа во оваа задача под 5-тиот перцентил на учесниците на контролната К. 73,33% од децата од двете групи, ТЧ-СЈН и ТЧ, падна под 50-тиот перцентил на К- групата.

Во поглед на вредностите на мерките на две рампи, Браун-Форсајтовиот метод беше адаптиран за нееднаква варијанса. Постојат значителни разлики помеѓу групите во задачата со две рампи, $F(2, 43) = 9,636$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,244$. Поставувајќи го значењето на 0,05, анализата на енергија, исто така покажа во ова мерење високо ниво (0,919). Пост хок споредбата покажа дека децата со ТЧ-СЈН даваат значително послаби резултати од групата К и групата ТЧ, но беше забележана значајна разлика меѓу групата К и групата ТЧ ($p = 0,622$). Од приказот на дистрибуцијата на слика 2б се гледа дека 100% деца со ТЧ-СЈН и 53,33% деца со ТЧ беа под 50-тиот перцентил од контролните деца К. Покрај тоа, 12 од 14 деца со ТЧ-СЈН (85,71%) и 8 од 15 деца со ТЧ (53,33%) беа под критериумот од 5-тиот перцентил во задачата со две рампи.

Во принцип, над 53% од децата со ТЧ и од децата со ТЧ-СЈН беа во нашите аудитивни мерки под 5-тиот перцентил на перформанси од К-децата. Повеќето учесници со ТЧ и учесници со ТЧ-СЈН се покажаа полоши од учесниците од контролната К во задачата за почеток на амплитуда со една рампа, иако

Group comparison for auditory perception of amplitude modulation

Table 3 showed the value of the psychoacoustic measures and the result of group comparison. As the scatter plots in Fig. 2, this criterion of children's performance levels falling below the 5th percentile of CA group were determined as processing deficits (38,39).

There were significant between-group differences in one-ramp amplitude onset, $F(2, 43) = 3.480$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.127$. The power analysis was 0.601 in this test with the significance of .05. However, post hoc Sheffé tests didn't suggest any significant difference in three groups. On the other hand, the distribution of Fig. 2a showed RD children and RD-SLI children as compared to CA control for one-ramp amplitude onset; nine RD children (60%) and eight RD-SLI children (53.33%) fell below the 5th percentile of the CA control participants in this task. Both 73.33% of RD-SLI children and RD children fell below the 50th percentile of CA group.

For the values of two-ramp measurement, Brown-Forsythe method was adapted for unequal variance. There were significant group differences in two-ramp task, $F(2, 43) = 9.636$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.244$. While setting the significance at 0.05, the power analysis also showed high level (0.919) in this measurement. Post hoc comparison showed that children with RD-SLI performed significantly poorer than CA group and RD group, but no significant group difference was found between CA group and RD group ($p = 0.622$). Checking the distribution in Figure 2b, 100% children with RD-SLI and 53.33% children with RD fell below the 50th percentile of the CA control children. Besides, 12 of 14 children with RD-SLI (85.71%) and 8 of 15 children with RD (53.33%) fell below the 5th percentile criterion in two-ramp task.

In general, over 53% of RD children and RD-SLI children fell below the 5th percentile of CA children's performance in our auditory measures. Most RD participants and RD-SLI participants performed worse than CA control participants in one-ramp amplitude onset task;



не постои значајна разлика меѓу групата ТЧ и групата ТЧ-СЈН. Покрај тоа, децата со ТЧ-СЈН покажаа значително посиромашни резултати од децата со ТЧ и децата К во задачата за почеток на амплитуда со две рампи. Пред сè, повеќе од половина од децата со ТЧ или ТЧ-СЈН беа под 5-тиот перцентил - критериум на контрола во двете аудитивни задачи за почеток на амплитуда. Децата со ТЧ-СЈН покажаа малку посиромашни резултати за чувствителност од децата со ТЧ во едноставна задача со една рампа, но значајна разлика меѓу овие две групи со развојни тешкотии беше прикажана во комплексната задача на амплитудата со две рампи. Во споредба со групата ТЧ и групата К, групата ТЧ-СЈН покажа повеќе тешкотии во обработката на аудитивни знаци, особено во пософистицираната задача на амплитудна модулација.

although there was no significant difference between RD group and RD-SLI group. In addition, children with RD-SLI were significantly poorer than RD children and CA children in two-ramp amplitude onset task. Above all, more than half children with RD or RD-SLI fell below the 5th percentile criterion of controls in both auditory amplitude onset tasks. Children with RD-SLI showed slightly poorer sensitivity than children with RD in the simple one-ramp task, but significant difference between those two developmental difficulties groups was only shown in the complex two-ramp amplitude task. Comparing with RD group and CA group, RD-SLI group showed more difficulties in processing auditory cues, especially in a more sophisticated amplitude modulation task.

Табела 3. Просечната вредност на праговите од 40 и стандардна девијација на аудитивната проценка

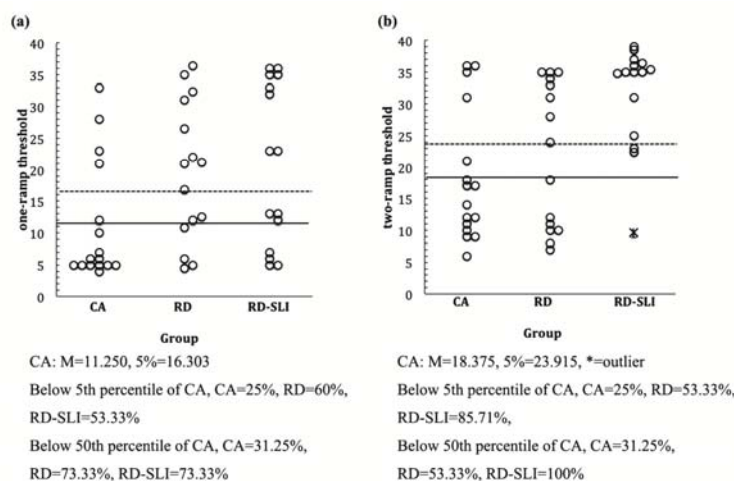
| Мерка / Measure | К / CA (n=16) | | | ТЧ / RD (n=15) | | | ТЧ-СЈН / RD-SLI (n=15) | | | F(2,43) |
|-----------------|----------------------------|------|-------|----------------------------|------|-------|----------------------------|------|-------|--------------------------------------|
| | M(SD) | Min | Max | M(SD) | Min | Max | M(SD) | Min | Max | |
| 1-ramp AM task | 11.25 (9.48) | 4.00 | 33.00 | 19.54 (10.99) | 4.50 | 36.40 | 20.93 (12.70) | 5.00 | 36.00 | F(2, 43) = 3.480* |
| 2-ramp AM task | 18.38 ^c (10.40) | 6.00 | 36.00 | 22.07 ^c (11.46) | 7.00 | 35.00 | 31.54 ^{ab} (8.09) | 9.67 | 39.00 | F(2, 35.199) ¹ = 9.636*** |

Table 3. Average threshold values out of 40 and standard deviations of auditory assessments

Забелешка: AM = амплитудна модулација; ^a = значително се разликува од К; ^b = значително се разликува од ПЧ; ^c = значително се разликува од ПЧ-СЈН; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$;

¹ значи дека методот Brown-Forsythe бил употребен за да се нагодат вредностите за нееднаквата варијанца.

Note. AM = amplitude modulation. ^a = significantly different than CA. ^b = significantly different than RD. ^c = significantly different than RD-SLI. * = $p < .05$. ** = $p < 0.01$. *** = $p < 0.001$. ¹ means that Brown-Forsythe method was used to adjust the values for unequal variance.



Слика 2. Шемата што ја покажува дистрибуцијата во споредба со контролната група за (а) задача за модулација на амплитуда со една рампа и (б) задача за модулација на амплитудата со две рампи

Figure 2. Scatter plots showing the distribution as compared to CA controls for the (a) one-ramp amplitude modulation task and (b) two-ramp modulation task



Дискусија

Клинички гледано, тешкотиите за читање и јазичните нарушувања честопати се појавуваат заедно (31, 40). Оваа студија се однесува на присуството на проблеми во фонолошката свесност и неговорните аудитивни проблеми на кинеските деца со тешкотии во читањето и јазични нарушувања. Неколку студии беа насочени кон аудитивната перцепција кај децата со коморбидни тешкотии при читање и јазични нарушувања. Со оглед на недостатокот на студии за мандаринско-кинеското население, оваа студија имаше за цел да ја испита аудитивната перцепција за обработка во врска со прозодијата на говорот кај кинеските деца со коморбидни проблеми при читањето и проблеми во оралниот јазик, преку мерење особено на нивната чувствителност на почетокот на амплитудата на звук.

Во согласност со многу претходни истражувања, нашите резултати покажуваат дека децата со тешкотии во читањето, со или без дополнителни јазични проблеми, имале значително слаби фонолошки мерки (4, 5). Овие наоди се во согласност со претходното истражување на развојната дислексија кај Кинезите, нагласувајќи ја хипотезата за фонолошки дефицити кај различни јазици (22). Интересно е тоа што една неодамнешна кинеска студија покажа дека децата со ТЧ-СЈН имале значително полоши фонолошки перформанси од децата со ТЧ (41), а тоа се повтори и кај нашите резултати. Слично се покажа во истражувањето на McArthur и Castles (42), децата со ТЧ-СЈН имале полоши резултати отколку децата со ТЧ при фонолошка обработка на англиски, па понатаму сугерираат дека децата со ТЧ-СЈН може да имаат потежок фонолошки дефицит од децата само со ТЧ (43,44).

Во однос на фонолошката свест, во споредба со нивните врсници на иста возраст, кинеските деца со ТЧ и со или без СЈН, покажаа значително слаба свест за лексичкиот тон. Нашите резултати ги поддржаа претходните наоди дека нарушената свест за тон беше забележлива кај деца со развојна дислексија и деца со јазични нарушувања кај Кинезите (45, 46). Развојно, чувствителноста на лексичкиот тон ги објаснува постигнувањата за читање и јазик кај Кинезите (19,

Discussion

Clinically, reading and language impairments co-occurred often (31,40). The current study concerns the presence of phonological awareness and non-speech auditory problems in Chinese children with reading and language difficulties. There were few studies looking into auditory perception of children with comorbid reading difficulties and specific language impairments. Given the lack of studies on Mandarin Chinese population, this study aimed to examine auditory processing perception related to speech prosody in Chinese children with co-morbid reading and oral language problems by measuring their sensitivity to sound amplitude onset in particular.

Consistent with many previous studies, our results showed that children with reading difficulties, with or without additional language problems, were significantly impaired on phonological measures (4,5). These findings are in line with prior research of developmental dyslexia in Chinese, stressing the phonological deficits hypothesis across languages (22). Interestingly, a recent Chinese study indicated that children with RD-SLI had a significant worse phonological performance than children with RD (41), and this echoed to our results as well. A similar report in McArthur and Castles (42) research, RD-SLI children were found to have worse performance than RD children in English phonological processing, and further suggested that children with RD-SLI may have severer phonological deficit than children with RD-only (43,44).

In respect of phonological awareness, relative to their age-matched peers, Chinese children with RD and with/without SLI showed significant poor lexical tone awareness. Our results support previous findings that impaired tone awareness was notable in children with developmental dyslexia and children with specific language impairment in Chinese (45,46). Developmentally, sensitivity to lexical tone accounts for reading and language attainment in Chinese (19,20). In our data,



20). Според нашите податоци, не постои значителна разлика помеѓу децата со ТЧ и децата со ТЧ-СЈН во однос на свеста за тон, што укажува на тоа дека од перформансите на фонолошката свест сами по себе не може да идентификуваат тешкотии при читањето и јазични нарушувања (40). Некои други фонолошки вештини може да се земат предвид за да се олесни диференцијалната дијагноза. На пример, беше забележано дека фонолошката меморија, како што е незборовното повторување на кинески, беше споредена со цел да се испитаат основните дефицити помеѓу ТЧ и СЈН (41). Меѓутоа, во однос на необработените сурови податоци, децата со ТЧ-СЈН немале помала точност во една лексичка идентификација, во споредба со децата само со ТЧ. Можеби би се откриле значителни разлики помеѓу двете групи, доколку се вклучат повеќе учесници.

Претходните аудитивни истражувања покажаа дека децата со коморбидни дефицити при читањето и јазикот дале значително полоши резултати отколку децата само со тешкотии при читањето (27, 39). Според нашите податоци, со задачите за перцепција на амплитуда, и групата ТЧ и групата ТЧ-СЈН имаа значително полоши резултати од групата К. Така, нечувствителноста на почеток на амплитуда може да биде заеднички перцептивен проблем и за двете групи со тешкотии при читањето (5, 22, 28, 44). Повеќе од половина од децата со ТЧ и деца со ТЧ-СЈН во нашиот примерок имале тешкотии за откривање на модулација на почетокот на амплитуда со една рампа и две рампи во однос на типичните деца во развој според критериумот на девијации (38, 39). Ние, исто така, откривме дека децата со ТЧ и СЈН се значително послаби во перцепцијата на почеток на амплитуда со две рампи, во споредба со типичните деца во развој и децата само со ТЧ, што укажува на тоа дека децата со ТЧ-СЈН може да имаат повеќе тешкотии да направат разлика кога сигналите на амплитудата се покомлексни. Ова може да се поврзе со потребата за подобра аудитивна перцепција или механизам на учеството на работната меморија. Потребно е понатамошно истражување за да се исклучат факторите на меморија. Нашите прелиминарни наоди исто така може да дадат во дефектологјата импликација во однос на

there was no significant difference between children with RD and children with RD-SLI in tone awareness, suggesting that performance of phonological awareness alone may not be able to identify reading difficulties and specific language impairment (40). Some other phonological skills may take into consideration to facilitate the differential diagnosis. For example, it has been reported that phonological memory, such as non-word repetition in Chinese, was compared to examine the underlying deficits between RD and SLI (41). However, regarding the raw data, children with RD-SLI did have lower accuracy in the lexical one identification, compared to children with RD-only. Perhaps the significant discrepancy between two groups can be revealed once there are more participants included.

Previous auditory studies have found that children with co-morbid reading and language deficits performed significantly worse than children with only reading difficulties (27,39). In our data, with the amplitude perception tasks, both the RD and RD-SLI group performed significantly worse than the CA group. Thus, insensitivity to amplitude onset might be a shared perceptual problem for both reading difficulty groups (5,22,28,44). Over half children with RD and children with RD-SLI in our sample had difficulties for detecting the modulation of the one-ramp and two-ramp amplitude onset relative to typically developmental children by the deviant criterion (38,39). We also found that children with RD and SLI were significantly more impaired in two-ramp amplitude onset perception, compared to typically developed children and children with RD only, suggesting that children with RD- SLI may have more difficulties to discriminate differences while the amplitude signals were more complex. This might be related to a requirement of better auditory perception mechanism or an involvement of working memory. Further study is necessary to rule out memory factors. Our preliminary findings may also give an implication regarding the perceptual assessment and intervention for



перцептивната проценка и интервенција за кинеските деца со тешкотии во читањето и јазичните нарушувања.

Конфликт на интереси

Авторите изјавуваат дека не постои конфликт на интереси.

Благодарност

Им се заблагодаруваме на сите учесници, на нивните училишта и на нивните родители. H.L.S.W. беше поддржан од Министерството за наука и технологија (103-2420-H-003-008-MY3).

Референци / References

1. Stark RE, Tallal P. Selection of children with specific language deficits. *Journal of speech and hearing disorders*. 1981 May;46(2):114–122.
2. McArthur GM, Hogben JH, Edwards VT, Heath SM, Mengler ED. On the “specifics” of specific reading disability and specific language impairment. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2000 Oct;41(7):869–874.
3. Catts HW, Fey ME, Tomblin JB, Zhang X. A longitudinal investigation of reading outcomes in children with language impairments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2002 Dec;45:1142–1157.
4. Eisenmajer N, Ross N, Pratt C. Specificity and characteristics of learning disabilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Health Professions*. 2004 Dec 02;46:1108–1115.
5. Beattie RL, Manis FR. Rise time perception in children with reading and combined reading and language difficulties. *Journal of Learning Disabilities*. 2012 Jun 18;46(3):200–209.
6. Peterson RL, Pennington BF. Developmental dyslexia. *The Lancet*. 2012 May 26;379(9830):1997–2007.
7. Scarborough HS. Connecting early language literacy to later reading disabilities: Evidence, theory, and practice. In: Neuman SB, Dickinson DK. *Handbook of Early Literacy Research*. NY: The Guilford Press; 2003. p. 97–110.
8. Wong AMY, Kidd JC, Ho CSH, Au TKF. Characterizing the overlap between SLI and dyslexia in Chinese: The role of phonology and beyond. *Scientific Studies of Reading*. 2010 Jan 22;14(1):30–57.
9. Wood C, Wade-Woolley L, Holliman AJ. Phonological awareness: Beyond phonemes. In: Wood C, Connelly V. *Contemporary Perspectives on Reading and Spelling*. London: Routledge; 2009. p.7–23.
10. Thomson JM, Goswami U, Baldeweg T. The ERP

Chinese children with reading difficulties and specific language impairments in special education.

Conflict of interests

Authors declare no conflict of interests.

Acknowledgements

We thank all our participants, their schools, and their parents. H.L.S.W. was supported by the Minister of Science and Technology (103-2420-H-003-008-MY3).

signature of sound rise time changes. *Brain Research*. 2009 Feb 13;1254:74–83.

11. Wood C, Terrell C. Poor readers' ability to detect speech rhythm and perceive rapid speech. *The British Journal of Developmental Psychology*. 1998 Sep;16(3):397–408.
12. Gandour J, Wong D, Hsieh L, Weinzapfel B, Hutchins GD. A cross-linguistic PET study of tone perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2000 Jan;12:207–222.
13. Leong V, Goswami U. Assessment of rhythmic entrainment at multiple timescales in dyslexia: Evidence for disruption to syllable timing. *Hearing Research*. 2014 Feb;308: 141–161.
14. Lee L, Nusbaum HC. Processing interactions between segmental and suprasegmental information in native speakers of English and Mandarin Chinese. *Perception & Psychophysics*. 1993;53(2):157–165.
15. Gandour J, Wong D, Hutchins G. Pitch processing in the human brain is influenced by language experience. *Neuroreport*. 1998 Jun 22;9:2115–2119.
16. Gandour J. Frontiers of brain mapping of speech prosody. *Brain & Language*. 2000 Jan;71: 75–77.
17. Liu HM, Chen Y, Tsao FM. Developmental changes in mismatch responses to Mandarin consonants and lexical tones from early to middle childhood. *PloS one*. 2014 Apr 22;9(4): e95587.
18. Chuang CK, Hiki S, Sone T, Nimura T. The acoustical features and perceptual cues of the four tones of Standard Colloquial Chinese. In: *Proceedings of the Seventh International Congress on Acoustics*. Budapest: Adadémial Kiado; 1972. p. 297–300.
19. Whalen DH, Xu Y. Information for Mandarin tones in the amplitude contour and in brief segments. *Phonetica*. 1992;49:25–47.
20. Fu QJ, Zeng FG. Identification of temporal envelope cues in Chinese tone recognition. *Asia Pacific Journal of Speech Language and Hearing*.



- 2000;5:45–58.
21. Kuo YC, Rosen S, Faulkner A. Acoustic cues to tonal contrasts in Mandarin: Implications for cochlear implants. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2008;123(5): 2815.
 22. Wang HLS, Huss M, Hämäläinen JA, Goswami U. Basic auditory processing and developmental dyslexia in Chinese. *Reading and Writing*. 2012;25:509–536.
 23. Wang W, Zhou N, Xu L. Musical pitch and lexical tone perception with cochlear implants. *International Journal of Audiology*. 2011;50:270–278.
 24. Corriveau KH, Goswami U, Thomson JM. Auditory processing and early literacy skills in a preschool and kindergarten population. *Journal of Learning Disabilities*. 2010 May;43(4):369–382.
 25. Poldrack RA, Temple E, Protopapas A, Nagarajan S, Tallal P, Merzenich M, et al. Relations between the neural bases of dynamic auditory processing and phonological processing: evidence from fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2001 Jul 1;13(5): 687–697.
 26. Richardson U, Thomson JM, Scott SK, Goswami U. Auditory processing skills and phonological representation in dyslexic children. *Dyslexia*. 2004 Jul 21;10:215–233.
 27. Rosen S. Auditory processing in dyslexia and specific language impairment: is there a deficit? What is its nature? Does it explain anything?. *Journal of phonetics*. 2003 Jul;31(3):509–527.
 28. Goswami U, Thomson J, Richardson U, Stainthorp R, Hughes D, Rosen S, et al. Amplitude envelope onsets and developmental dyslexia: A new hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2002 Jan;99: 10911–10916.
 29. Goswami U, Gerson D, Astruc L. Amplitude envelope perception, phonology and prosodic sensitivity in children with developmental dyslexia. *Reading and Writing*. 2009 May;23(8):995–1019.
 30. Goswami U, Mead N, Fosker T, Huss M, Barnes L, Leong V. Impaired perception of syllables stress in children with dyslexia: A longitudinal study. *Journal of Memory and Language*. 2013 Jul;69(1):1–17.
 31. Catts H, Adlof S, Hogan T, Weismer SE. Are specific language impairment and dyslexia distinct disorders?. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2005 Dec;48: 1378–1396.
 32. Perfetti CA. *Reading ability*. Oxford University Press; 1985.
 33. Lu L, Liu HH. *The Peabody Picture Vocabulary Test – Revised: Taiwanese Version*. Taipei, Taiwan: Psychological Press; 1994.
 34. Wechsler D. *WISC-III: Wechsler intelligence scale for children*. Manual: Psychological Corporation; 1991.
 35. Chen H. Four-subtest Short Forms of the Wechsler Intelligence. *Psychological Testing*. 1999;46(2):13–32.
 36. Huang HS. *Graded Chinese character recognition test*. Taipei: Psychology Publication; 2001.
 37. Levitt HCCH. Transformed up-down methods in psychoacoustics. *The Journal of the Acoustical society of America*. 1971;49(2B):467–477.
 38. Ramus F, Pidgeon E, Frith U. The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2003 May 23;44:712–722.
 39. Corriveau K, Pasquini E, & Goswami U. Basic auditory processing skills and specific language impairment: A new look at old hypothesis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2007 Jun;50:647–666.
 40. Ramus F, Marshall CR, Rosen S, van der Lely HKJ. Phonological deficits in specific language impairment and developmental dyslexia: Towards a multidimensional model. *Brain*. 2013 Feb;136(2):630–645.
 41. Wong AMY, Ho CSH, Au TKF, Kidd JC, Ng AKH, Yip LPW, et al. (Dis)connections between specific language impairment and dyslexia in Chinese. *Reading and Writing*. 2015;28(5):699–719.
 42. McArthur G, Castles A. Phonological processing deficits in specific reading disability and specific language impairment: same or different?. *Journal of Research in Reading*. 2013 Aug;36(3):280–302.
 43. Bishop DV, McDonald D, Bird S, Hayiou-Thomas ME. Children who read words accurately despite language impairment: Who are they and how do they do it?. *Child development*. 2009 Mar;80(2):593–605.
 44. Fraser J, Goswami U, Conti-Ramsden G. Dyslexia and specific language impairment: The role of phonology and auditory processing. *Scientific Studies of Reading*. 2010 Jan 22;41(1):8–29.
 45. Cheung H, Chung KKH, Wong SWL, McBride-Chang C, Penney TB, Ho CSH. Perception of tone and aspiration contrasts in Chinese children with dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2009 Jun;50:726–733.
 46. Wong AMY, Ciocca V, Yung S. The perception of lexical tone contrasts in Cantonese children with and without specific language impairment (SLI). *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2009 Dec;52:1493–1509.

